



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”

**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN PECUARIA**



**RELACION PESO DE SEMILLA - VOLUMEN DE
AGUA Y TIEMPO DE REMOJO EN LA
PRODUCCION DE GERMINADO HIDROPÓNICO
DE MAIZ (*Zea mays*) EN LAMBAYEQUE**

TESIS

**Presentada como requisito
Para optar el título profesional de:**

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR

BACH. WILSON MONTOYA GALLARDO

Lambayeque — Perú

2017

**RELACION PESO DE SEMILLA - VOLUMEN DE AGUA Y TIEMPO DE
REMOJO EN LA PRODUCCION DE GERMINADO HIDROPÓNICO DE MAIZ
(*Zea mays*) EN LAMBAYEQUE**

TESIS

Presentada como requisito para optar el título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

POR

BACH. WILSON MONTOYA GALLARDO

Aprobada por el siguiente jurado

**Ing. MSc. Francis Villena Rodríguez
Presidente**

**Ing. Humberto Gamonal Cruz
Secretario**

**Ing. Benito Bautista Espinoza
Vocal**

**Ing. MSc. Napoleón Corrales Rodríguez
Patrocinador**

DEDICATORIA

A dios

Por haberme permitido llegar a este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de una infinita bondad y amor.

A mi madre celinda.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Pero más que nada, por su amor.

A mi padre dilberto.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor

AGRADECIMIENTO

A mi familia, amigos(as) y al amor de mi vida. Por su estímulo constante y su apoyo incondicional en mis estudios.

A mí a Patrocinador: Ing. MSc. Napoleón Corrales Rodríguez por su guía y orientación en la elaboración de este trabajo de investigación.

A los Ingenieros Zootecnistas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo por los conocimientos brindados en mi formación profesional.

CONTENIDO	Pagina
I. INTRODUCCION	1
2.1 La Hidroponía	2
2.2 El Germinado Hidropónico o forraje Verde Hidropónico	2
2.2.1 Ventajas del Germinado Hidropónico	3
2.2.2 Selección de semillas	4
2.3 Densidades de siembra de semilla y relación de producción de FVH	6
II. MATERIAL Y METODOS	9
3.1 Lugar de Ejecución y Duración del Experimento	9
3.2 Tratamientos Evaluados	9
3.3 Material y Equipo Experimental	9
3.3.1 Materiales	9
3.3.2 Instalaciones y Equipo	10
3.4 Metodología Experimental	10
3.4.1 Diseño de Contrastación de Hipótesis	10
3.4.2 Técnicas Experimentales	11
3.4.3 Variables Evaluadas	14
3.4.4 Análisis Estadístico	14
III. RESULTADOS Y DISCUSION	16
4.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por tratamiento	16
4.1.1 Producción de Germinado Hidropónico por bandeja (TCO)	16
4.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) de cada tratamiento en base fresca y base seca (TCO).	16
4.1.3 Producción de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por metro cuadrado (TCO)	17
4.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	18
4.1.5 Producción de Proteína Cruda (PC) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por metro cuadrado en base seca (Kg)	20

4.1.6 Producción de Extracto Etéreo (EE) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por metro cuadrado en base seca (Kg)	22
4.1.7 Producción de Fibra Cruda (FC) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por metro cuadrado en base seca (Kg)	24
4.1.8 Producción de Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por metro cuadrado en base seca (Kg)	25
4.2. Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por tratamiento	27
4.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada en base fresca (Kg)	27
4.2.2 Rendimiento de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada.	29
4.3 Evaluación de la temperatura y humedad relativa para la producción de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays)	31
4.4. Análisis económico de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por tratamiento	31
4.4.1 Costo de producción de un kg de materia seca de GH de maíz (Zea mays) por tratamiento (TCO)	32
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
5.1 CONCLUSIONES	33
5.2 RECOMENDACIONES	34
VI. RESUMEN	35
VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA	36
VIII. ANEXOS	38
8.1. PRODUCCION POR METRO CUADRADO	38
8.2 ANOVA producción de GH/m ² (TCO)	40
8.3 ANOVA Rendimiento MS/m ² (TCO)	41
8.4 ANOVA Rendimiento PC/m ² (BS)	42
8.5 ANOVA Rendimiento EE/m ² (BS)	42
8.6 ANOVA Rendimiento FC/m ² (BS)	43
8.7 ANOVA Rendimiento Cenizas/m ² (BS)	44
8.8 ANOVA Rendimiento GH/Kg de semilla procesada (TCO)	44
8.9 ANOVA rendimiento de kg de MS/kg de semilla procesada	45
8.10 Temperatura interna y externa (°C) y humedad relativa (%)	46
8.11 Estructura de costos de un kg de materia seca de GH de maíz (Zea mays) aplicado a T9.	47

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1. Peso de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por bandeja por tratamiento en base fresca (TCO) por tratamiento (kg)	16
Tabla 2. Contenido nutricional en base fresca (TCO) y base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por tratamiento (%)	17
Tabla 3. Producción media de Germinado Hidropónico (GH) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg) en base fresca (TCO)	18
Tabla 4. Producción media de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	20
Tabla 5. Producción media de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico en base seca (BS) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)	22
Tabla 6. Producción media de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	23
Tabla 7. Producción media de Fibra Cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada	25
Tabla 8. Producción media de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).	26
Tabla 9. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg GH/Kg semilla	29
Tabla 10. Rendimiento de Materia Seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).	30
Tabla 11. Costo de 1 kg de MS de GH de maíz por tratamiento (TCO)	32

I. INTRODUCCION

En la Región Lambayeque la producción del germinado hidropónico (GH) se basa principalmente en el uso de agua pura y semilla buscando aprovechar el potencial germinativo de cada una, lo cual empieza en la etapa de pre germinación con el procedimiento de remojo de ésta utilizando cantidades intuitivas en función de que el agua cubra a la semilla, las cuales aún no han sido cuantificadas a fin de optimizar este elemento considerando la escases progresiva del mismo que restringe su disponibilidad por lo que nos planteamos la siguiente interrogante ¿Cuál es la interacción óptima entre la relación peso de semilla procesada - volumen de agua con el tiempo de remojo en la productividad y concentración nutricional de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) en Lambayeque?. Para responder a esta interrogante se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la interacción óptima entre la relación peso de semilla procesada - volumen de agua y tiempo de remojo para optimizar la producción de Germinado Hidropónico (GH) de maíz y su concentración nutricional en Lambayeque
- Determinar el costo de producción de GH de maíz (zea mays) de todos los tratamientos.

I. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 La Hidroponía

RODRÍGUEZ (2002) cita a Sánchez (2004) e indica que el termino hidroponía deriva del griego y significa literalmente trabajo o cultivo (*ponos*) en agua (*hydros*).

2.2 El Germinado Hidropónico o forraje Verde Hidropónico

TARRILLO (2005), el forraje verde hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales (cebada, avena, trigo, maíz, etc.) que se realiza durante un periodo de 8 a 15 días, captando energía del sol y asimilando los minerales disueltos de una solución nutritiva. La producción de germinados está considerado como un sistema hidropónico, debido a que este se realiza sin suelo, lo que permite producir a partir de semillas colocadas en bandejas una masa forrajera de alto valor nutritivo, consumible al 100 por ciento con una digestibilidad de 85 a 90 por ciento, limpio y libre de contaminantes.

FAO (2001), indica que el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo.

REGALADO (2009) dice que el forraje hidropónico (FH) viene a ser el resultado del proceso de germinación de los granos de cereales o

leguminosas (cebada, maíz, soya, sorgo) que se realiza durante 9 a 15 días, alcanzando una altura de 20 a 25 cm., y que los animales consumen por completo: tallos, hojas, raizuelas, y restos de semilla.

PICHILINGÜE (1994), manifiesta que para lograr una mayor germinación y crecimiento, la luz solar y la ventilación deben ser abundantes. Asimismo, las plantas deben ser protegidas contra el viento y las heladas, debe también conservarse una constante circulación de aire en la solución, para obtener buenos resultados. En el cultivo de la mayoría de las plantas, la temperatura de la solución debe fluctuar entre 18°C a 26°C y la del invernadero no debe ser mayor de 32°C, manteniéndose una humedad relativa de 75 por ciento, aproximadamente.

2.2.1 Ventajas del Germinado Hidropónico

TARRILLO (2005) indica que el sistema de germinado hidropónico presenta varias ventajas como ahorro de agua, porque las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial, e infiltración son mínimas al compararla con las condiciones de producción convencional en especies forrajeras, pues la producción de Forraje Hidropónico requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila, dependiendo de la especie forrajera, entre 12 a 18 por ciento; Eficiencia en el tiempo de producción: La producción de forraje hidropónico apto para la alimentación animal tiene un ciclo de 10 a 12 días. En ciertos casos, por

estrategia de manejo la cosecha se realiza a los 14 o 15 días, a pesar que el óptimo definido por varios estudios científicos, no puede extenderse más allá del día 12 porque a partir de ese día se inicia un marcado descenso en su valor nutricional y mejor calidad del forraje para los animales porque el forraje hidropónico es un succulento forraje aproximadamente de 20 a 30 cm. de altura de plena aptitud comestible para los animales. Su alto valor nutritivo la obtiene debido a la germinación de los granos.

2.2.2 Selección de semillas

CORONA (2011) recomienda usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de germinación probada y rendimiento.

GIL (2007) manifiesta que el proceso de producción del FVH, se inicia con la selección de semillas de buena calidad, entendiendo por ello un alto porcentaje de pureza, germinación y ocasionalmente su valor cultural (se debe evitar en lo posible el uso de semillas certificadas por su alto costo y aquellas desinfectadas con agroquímicos: insecticidas o fungicidas), las semillas seleccionadas, básicamente deben tener el grado de madurez necesario (cosechadas en el momento oportuno) y estar enteras, es decir no haber sufrido daño mecánico durante la cosecha ni daños por ataque de plagas. Las semillas almacenadas por mucho tiempo, tienden a perder viabilidad. Una prueba elemental de evaluación consiste en tomar muestras

y colocarlas en un envase con agua. Las semillas sanas quedan al fondo y algunas semillas de bajo peso flotan de inmediato. Si se determina que más del 95 por ciento de las semillas se mantienen sumergidas, indican que se trata de una buena muestra, pero si contrariamente más del 50 por ciento flota, es preferible descartarla. Entre las pruebas para certificar la calidad se sugiere al menos determinar la pureza, poder germinativo y valor cultural.

SIAN (2011) indica que el verdadero valor de una semilla depende de una serie de factores sin los cuales no es posible obtener los verdaderos rendimientos que se requiere para el progreso agrícola e Indica que son tres los factores que influyen sobre el valor de las semillas:

1º. Poder germinativo.- Llamado también coeficiente de germinación. La fórmula para es: $((N^{\circ} \text{ de semillas germinadas} / \text{cantidad semillas sembradas}) \times 100)$. Una semilla cuyo poder germinativo sea menor de 70% no es aconsejable para sembrarla.

2º. Coeficiente de pureza.- Es un factor importante y fácil de determinar con la siguiente formula: $(100 - ((\text{Peso de las impurezas} / \text{Peso inicial total de semilla evaluada}) \times 100))$.

3º. Valor cultural.- se calcula con la siguiente formula: $(\text{Coeficiente de pureza} \times \text{coeficiente de germinación}) / 100$. La mayor cifra que se puede obtener es de 100 y tanto mejor será la semilla cuanto más se acerque a dicho número.

RESH (2006) refiere que las semillas se lavan para quitar impurezas y semillas de mala calidad, luego se remojan con agua durante 18 a 24 horas. Las semillas remojadas seorean durante 48 horas y luego se siembran en las bandejas de germinación a una profundidad de aproximadamente 1,5 cm y se colocan en la cámara de producción en estanterías provistas con un sistema de nebulización donde permanecerán 6 a 7 días. Los ciclos de riego varían de 8 a 10 veces por día, con un periodo de 20 a 60 segundos por ciclo. Utilizando buena semilla, el rendimiento puede aumentar y llegar a una producción 12 veces superior. Los animales consumen toda la materia vegetal incluyendo raíces, semillas y hojas.

2.3 Densidades de siembra de semilla y relación de producción de FVH

La FAO (2001), recomienda una densidad de siembra de 2,4 a 3,4 kg de semillas/m², recordando no superar 1,5 centímetros de altura en la bandeja; realizando una cosecha entre los 10 a 15 días de haber sembrado con un rendimiento de 12 a 18 kg de forraje por cada kilo de semilla.

SINCHIGUANO (2008) en Ecuador, evaluó la productividad medida en rendimiento de kg de MS de FVH por kg de semilla en cinco especies de semilla obteniendo: 1.7 kg para avena, 1.7 kg para cebada, 1.2 kg para trigo

y 1.3 kg para vicia, todas con 15 días de periodo de producción y 1.0 kg de MS para maíz con 17 días de periodo de producción.

CORRALES (2009) indica que los términos utilizados para referirse a la semilla sembrada en el proceso de producción de germinado hidropónico inducen a confusión porque se manejan dos pesos de la semilla durante el proceso: El primer peso se calcula con la semilla seca en función de la densidad de siembra a utilizar y el segundo peso se realiza con la semilla hidratada (oreada) para distribuirla homogéneamente en las bandejas, llamando a este procedimiento “siembra en bandejas” y muchos confunden este término cuando nos queremos referir al peso inicial por lo que propone llamar peso de semilla “procesada” a la cantidad de semilla que inicia todo el proceso de producción.

HERNÁNDEZ (2013), para determinar la densidad óptima de siembra para germinado hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*zea mays*) evaluó cuatro niveles de siembra en Lambayeque: 2, 3, 4 y 5 Kg/m² durante 15 días y el mejor comportamiento se obtuvo con 2 Kg/m², logrando un rendimiento de 5,71 kg de GH/kilogramo de semilla procesada, con la siguiente composición química: PC 11.25 por ciento, FC 7.95 por ciento, EE 3.58 por ciento y CEN 1.02 por ciento, presentando rendimientos por metro cuadrado de 1,77 kg de MS en base fresca y en base seca: 0,199 kg de proteína cruda y 0,14 kg de fibra cruda por metro cuadrado.

PÉREZ (2013) Evaluó 16 tratamientos combinando 4 densidades de siembra (3, 2.5, 2.0 y 1.5 kg/m²) de maíz (*Zea mays*) con 4 periodos de cosecha (12, 15 18 y 21 días) en Lambayeque, encontrando que la mayor producción de proteína cruda (PC)/m² se obtuvo con una densidad de 3.0 kg/m² cosechado a los 18 días rindiendo 0.29 kg PC/m². El mejor rendimiento de germinado hidropónico en base fresca (TCO) por kg de semilla procesada lo obtuvo con una densidad de siembra de 1.5 kg/m² cosechada a los 18 días con un rendimiento de 5.98 kg de GH/kg de semilla procesada, pero en este tratamiento el rendimiento de PC/m² disminuyó a 0.19 kg/m² en base seca. Con este mismo tratamiento obtuvo el menor costo de producción.

II. MATERIAL Y METODOS

3.1 Lugar de Ejecución y Duración del Experimento

La fase de campo del presente trabajo de investigación se realizó en el centro poblado Nuevo Mocce de Lambayeque del 7 al 22 de octubre de 2015 y los análisis de composición química del Germinado Hidropónico obtenido se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

3.2 Tratamientos Evaluados

Se establecieron 9 tratamientos producto de la interacción de 3 niveles de relación peso-volumen de agua (1.25%, 1.50% y 1.75%) y tres niveles de tiempo de remojo en horas (1, 2 y 24) obteniendo: T1: 1,25% - 1 hora; T2: 1,50% - 1 hora; T3: 1,75% - 1 hora; T4: 1,25% - 2 horas; T5: 1,50% - 2 horas; T6: 1,75% - 2 horas; T7: 1,25% - 24 horas; T8: 1,50% - 24 horas y T9: 1,75% - 24 horas. A cada tratamiento se le asignó 5 repeticiones o bandejas hidropónicas.

3.3 Material y Equipo Experimental

3.3.1 Materiales

Semilla de maíz (*Zea mays*)

El maíz se adquirió en el mercado mayorista Moshoqueque del Distrito José Leonardo Ortiz de la Provincia de Chiclayo, previo muestreo en dos locales comerciales para evaluar el valor cultural obteniendo los siguientes resultados: 75 % y 84 % procediendo a comprar 12.8 kg de la semilla que

presentó mejor valor cultural. Para la desinfección se utilizó lejía (hipoclorito de sodio) a dosis de 1 ml por litro de agua (1/1000) para el proceso de desinfección de la semilla y agua para el proceso de remojo según tratamiento y riego durante todo el proceso de germinación y producción.

3.3.2 Instalaciones y Equipo

- ✓ 2 torres de hidroponía.
- ✓ 45 bandejas plásticas para hidroponía de 35 cm x 32.5 cm.
- ✓ 09 baldes para lavado y remojo de semilla.
- ✓ 09 baldes para oreo de semilla.
- ✓ Equipo de riego por aspersión manual
- ✓ 1 Balanza de precisión con capacidad de 20 kg.
- ✓ 1 termo higrómetro.

3.4 Metodología Experimental

3.4.1 Diseño de Contrastación de Hipótesis

La hipótesis alternativa planteada fue la siguiente:

La relación entre el peso de semilla y volumen de agua durante el tiempo de remojo influyen en la productividad de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) y su concentración nutricional en Lambayeque. Para evaluar

estadísticamente la hipótesis se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 3 x 3 con igual número de repeticiones (5 por tratamiento), cuyo modelo aditivo lineal según PADRON (2009) es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Producción de GH de maíz con la i-ésima relación peso de semilla-volumen de agua, j-ésimo tiempo de remojo de la k-ésima bandeja.

μ = Media general.

A_i = Efecto de la i-ésima relación peso de semilla-volumen de agua.

B_j = Efecto del j-ésimo tiempo de remojo.

AB_{ij} = Efecto de la interacción de la i-ésima relación peso de semilla – volumen de agua y j-ésimo tiempo de remojo.

ε_{ijk} = Error experimental en la i-ésima relación peso de semilla – volumen de agua y j-ésimo tiempo de remojo de la k-ésima bandeja.

3.4.2 Técnicas Experimentales

Sistema de cultivo hidropónico

Se emplearon 45 bandejas para el estudio, asignando cinco bandejas a cada tratamiento. A continuación se detalla el proceso utilizado para la obtención del Germinado Hidropónico.

- Etapa de Pre germinación:

Cálculo de cantidad de semilla de maíz necesaria:

- Se calculó el área de bandeja: $0.35 \text{ m} \times 0.325 \text{ m} = 0.1138 \text{ m}^2$.

- Luego se calculó la cantidad de semilla de acuerdo a la densidad para cada tratamiento :

. Utilizando la densidad de siembra de 2 kg /m² recomendado por Hernández (2013) para maíz en Lambayeque, se calculó la cantidad de semilla por bandeja obteniendo 0.227 kg luego se multiplicó por 45 bandejas a evaluar necesitando un total de 10.24 kg de semilla “limpia” de maíz para los nueve tratamientos y para garantizar esta cantidad se compró 12.80 kg de maíz en bruto.

- Escogido de granos partidos, paja y otras impurezas para obtener 10.24 kg de semilla limpia para la investigación y se dividió entre 9 siendo 1.138 kg de semilla por tratamiento.
- Para cada tratamiento se siguió el mismo procedimiento:
 - Lavado con agua pura para eliminar polvo y otras impurezas no limpiadas en el procedimiento anterior.
 - Desinfección con hipoclorito de sodio al 1/1000 (1 ml por litro de agua) durante 2 horas.
 - Segundo lavado con agua pura para eliminar el hipoclorito de sodio de la semilla.
 - Remojo independiente de las semillas en volumen variable de agua y tiempo según tratamiento: T1: 1,25% de agua - 1 hora; T2: 1,50% de agua - 1 hora; T3: 1,75% de agua - 1 hora; T4: 1,25% de agua - 2 horas; T5:

1,50% de agua - 2 horas; T6: 1,75% de agua - 2 horas; T7: 1,25% de agua - 24 horas; T8: 1,50% de agua - 24 horas y T9: 1,75% de agua - 24 horas

- Luego del periodo de remojo las semillas fueron oreadas en nueve baldes (uno para cada densidad de siembra) debidamente tapados por un periodo de 48 horas (dos días).

Etapas de Germinación:

Proceso de siembra de bandeja por tratamiento:

Después del oreo, cuando habían brotado las raíces de la semilla, se procedió a pesar el total de semilla oreada de cada balde y se dividió entre 5 bandejas debidamente identificadas de cada tratamiento para realizar una siembra homogénea en cada una de ellas.

Luego de sembrar las semillas en 5 bandejas de cada tratamiento se trasladaron a las cámaras de germinación provista de una manta oscura donde permanecieron por un periodo de 5 días. Diariamente se regaron las bandejas 3 veces al día: 6:00 am; 12:00 m y 6:00 pm con ayuda de un aspersor manual.

Etapas de Producción:

El día 6 post siembra en bandejas se procedió a retirar la manta negra dejando al descubierto las bandejas de todos los tratamientos dando inicio a la etapa de producción donde permanecieron hasta el tiempo de cosecha

de cada tratamiento. En esta etapa se continuó con el mismo programa de tres riegos por día.

Cosecha

Todos los tratamientos se cosecharon a los 15 días de edad y de cada uno se extrajo un kg de muestra compuesta utilizando la técnica del cuarteo para ser analizado en el Laboratorio de Nutrición Animal – FIZ.

3.4.3 Variables Evaluadas

La información obtenida permitió generar y evaluar las siguientes variables:

- Producción de Germinado Hidropónico (GH) por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Materia seca de GH por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Proteína Cruda (PC) por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Fibra Cruda (FC) por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Extracto Etéreo (EE) por metro cuadrado (TCO).
- Producción de Cenizas (CEN) por metro cuadrado (TCO).
- Rendimiento de GH por kilogramo de semilla procesada (TCO).
- Rendimiento de Materia Seca (MS) de GH por kilogramo de semilla procesada.

3.4.4 Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño completamente al azar con arreglo factorial 3 x 3 con igual número de repeticiones por tratamiento. Se realizó el Análisis de

varianza para determinar si había diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos. Para analizar cuál o cuáles de los tratamientos fueron mejores se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tuckey.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

4.1.1 Producción de Germinado Hidropónico por bandeja (TCO)

En la tabla 1 se presenta la producción en biomasa verde de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por bandeja de cada tratamiento.

Tabla 1. Peso de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por bandeja por tratamiento en base fresca (TCO) por tratamiento (kg)

	1 hora			2 horas			24 horas		
	1,25%	1,50%	1,75%	1,25%	1,50%	1,75%	1,25%	1,50%	1,75%
Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	1,435	0,955	0,715	0,905	1,390	1,195	1,335	1,505	1,055
B 2	1,325	1,235	0,925	1,575	0,995	0,875	1,445	1,145	0,805
B 3	1,345	1,490	1,375	1,600	1,450	1,150	1,290	1,415	1,085
B 4	1,585	1,505	1,305	1,530	1,360	1,110	1,190	1,000	1,305
B 5	1,485	1,525	1,285	0,840	1,295	1,425	0,930	1,345	1,310
Total/tratamiento	7,18	6,71	5,61	6,45	6,49	5,76	6,19	6,41	5,56
Promedio	1,44	1,34	1,12	1,29	1,30	1,15	1,24	1,28	1,11

4.1.2 Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC) y cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) de cada tratamiento en base fresca y base seca (TCO).

Los análisis de composición química del GH de cada tratamiento se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia después de concluida la fase experimental. Los resultados se aprecian en la tabla 2.

Tabla 2. Contenido nutricional en base fresca (TCO) y base seca (BS) de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento (%)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Materia seca (% TCO)	20,12	20,75	21,46	21,44	19,62	19,96	19,21	19,74	19,06
PC (% BS)	13,93	13,97	14,04	13,83	14,09	14,00	13,32	13,81	13,40
EE (% BS)	3,16	3,31	3,73	3,34	3,46	3,78	4,29	3,80	4,22
FC (% BS)	12,74	12,80	12,26	13,35	13,96	13,79	13,67	14,02	14,09
CEN (% BS)	3,28	3,20	3,73	4,27	3,81	3,65	3,39	3,49	4,46

Fuente: Laboratorio Nutrición Animal Facultad Ing. Zootecnia UNPRG.

4.1.3 Producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado (TCO)

El área de bandeja que se utilizó en el presente estudio fue de 0.1138 m² y con la información de la tabla 2 se calculó el rendimiento de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento en base fresca.

Al aplicar el análisis de varianza (Anexo 8.2) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$) entre tratamientos tanto para los factores simples relación peso-volumen de agua y tiempo de remojo así como en la interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25 % con 11.61 kg/m² superando el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que 11.49 kg y al de la relación 1.75% que rindió 9.92 kg GH/m².

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 1 hora, superando en 6.83 % al rendimiento cuando se remojó por 24 horas.

A nivel de interacción de factores, que se aprecia en la tabla 3, según la prueba de Tuckey los mejores resultados de kg de GH de maíz/m² se

lograron con la interacción peso-volumen de agua de 1.25% agua con 1 hora remojo (T1) con 12.61 kg GH/m² superando en 13.72 % a la producción de la interacción peso-volumen de agua de 1.25% agua con 24 horas de remojo (T7) con 10.88 kg/m², entre los cuales no hubo diferencia estadística significativa. El menor rendimiento de GH/m² se logró con el tratamiento T9 con la interacción peso-volumen de agua de 1.75% agua con 24 horas de remojo (T9) que presentó un rendimiento de 9.78 kg de GH/m² rindiendo 22.44% menos que T1.

Tabla 3. Producción media de Germinado Hidropónico (GH) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg) en base fresca (TCO)

Tratamiento	Media
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	12.615 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	11.798 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	11.411 ^a
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	11.341 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	11.270 ^a
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	10.883 ^a
T6 (1.75% agua x 2 horas remojo)	10.119 ^a
T3 (1.75% agua x 1 hora remojo)	9.855 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	9.776 ^a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

4.1.4 Producción de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Para calcular el aporte de materia seca por metro cuadrado de cada tratamiento (Anexo 8.1, inciso b) se utilizó la información de aporte de GH/m² (TCO) de cada tratamiento (Anexo 8.1, inciso a).

Al aplicar el análisis de varianza (Anexo 8.3) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos tanto

para los factores simples relación peso-volumen de agua y tiempo de remojo y tampoco en la interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25 % con 2.35 kg MS/m² superando el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que rindió 2.30 kg de MS y al de la relación 1.75% que rindió 1.99 kg MS/m².

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 1 hora, superando en 5.91 % al rendimiento cuando se remoja por 2 horas y en 13.08 % cuando se remojó por 24 horas.

A nivel de interacción de factores, que se aprecia en la tabla 4, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$) pero comparativamente los mejores resultados de MS de GH de maíz/m² se lograron con la interacción peso-volumen de agua de 1.25% agua con 1 hora remojo (T1) con 2.54 kg MS/m² superando en 17.72 % a la producción de la interacción peso-volumen de agua de 1.25% agua con 24 horas de remojo (T7) que rindió 2.09 kg MS/m². El menor rendimiento de GH/m² se logró con el tratamiento T9 con la interacción peso-volumen de agua de 1.75% agua con 24 horas de remojo (T9) que presentó un rendimiento de 1.86 kg de MS/m² siendo 26.77% menor que T1.

Tabla 4. Producción media de materia seca (MS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Tratamiento	Media
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	2.538 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	2.448 ^a
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	2.431 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	2.238 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	2.224 ^a
T3 (1.75% agua x 1 hora remojo)	2.115 ^a
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	2.091 ^a
T6 (1.75% agua x 2 horas remojo)	2.019 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	1.863 ^a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

4.1.5 Producción de Proteína Cruda (PC) de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de proteína cruda (PC) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso c y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.4) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) tanto a nivel de factores simples ni interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25 % con 0.323 kg PC/m² superando ligeramente el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que rindió 0.321 kg de PC y al de la relación 1.75% que rindió 0.276 kg PC/m².

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 1 hora, con 0.331 kg PC/m² superando en 6.04 % al rendimiento cuando se remoja por 2 horas y en 16.01 % cuando se remojó por 24 horas.

A nivel de interacción de factores, mediante evaluación numérica comparativa, el mejor rendimiento de proteína cruda (PC)/m² en base seca, presentado en la tabla 5, se logró con la interacción peso de la semilla – volumen de agua de 1.25% de agua x 1 hora de remojo (T1) con 0.35 kg seguido por la interacción peso de la semilla – volumen de agua de 1.50 % de agua x 1 hora de remojo (T2) con 0.34 kg (T2). Ambos superaron al obtenido por Hernández (2013) de 0.19 kg de PC de GH de maíz/m² con una densidad de 2 kg/m² cosechado a los 15 días pero por debajo del rendimiento obtenido por Pérez (2013) de 0.39 kg quien utilizó 3 kg/m² cosechando a los 18 días y que utilizo remojo por 24 horas sin considerar la relación peso de semilla y volumen de agua. Los tratamientos T7 y T9, ambos con 24 horas de remojo, se ubicaron en el último lugar de rendimiento de PC/m² no habiendo diferencias estadísticas significativas entre ellos presentando un rendimiento de 0.28 y 0.25 kg de PC/m² respectivamente.

Tabla 5. Producción media de proteína cruda (PC) de Germinado Hidropónico en base seca (BS) por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg)

Tratamiento	Media
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	0.353 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	0.342 ^a
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	0.336 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	0.315 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	0.307 ^a
T3 (1.75% agua x 1 hora remojo)	0.297 ^a
T6 (1.75% agua x 2 horas remojo)	0.283 ^a
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	0.278 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	0.250 ^a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.1.6 Producción de Extracto Etéreo (EE) de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de extracto etéreo (EE) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso d y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.5) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) tanto a nivel de factores simples ni interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25% con 0.084 kg EE/m² superando ligeramente el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que rindió 0.081 kg de EE y al de la relación 1.75% que rindió 0.078 kg EE/m².

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 24 horas, con 0.084 kg EE/m² superando en 4.76 % al rendimiento cuando se remoja por 1 horas y en 7.14 % cuando se remojó por 2 horas.

A nivel de interacción de factores el mejor rendimiento de extracto etéreo (EE)/m² en base seca, presentado en la tabla 6, se logró con la interacción de la relación peso semilla- volumen de agua de 1.25% x 24 horas de remojo (T7) con 0.089 kg EE/m² en base seca y en segundo lugar se ubicó T8 (1.25% x 24 horas de remojo) con un rendimiento de 0.084 kg de EE/m², superando al rendimiento obtenido por Hernández (2013) de 0.06 kg de EE/m² en GH de maíz (*Zea mays*), entre los cuales no hubieron diferencias estadísticas significativas. El menor rendimiento de EE/m² se logró con T6 (1.75% agua x 2 horas remojo) con 0.076 kg.

Tabla 6. Producción media de extracto etéreo (EE) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Tratamiento	Media
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	0.089 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	0.084 ^a
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	0.081 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	0.080 ^a
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	0.079 ^a
T3 (1.75% agua x 1 hora remojo)	0.079 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	0.078 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	0.077 ^a
T6 (1.75% agua x 2 horas remojo)	0.076 ^a

Las medias que no comparten una letra son estadísticamente diferentes

4.1.7 Producción de Fibra Cruda (FC) de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de fibra cruda (FC) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso e y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.5) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) tanto a nivel de los factores simples ni entre la interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25% con 0.086kg CEN/m² superando ligeramente el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que rindió 0.080 kg de CEN y al de la relación 1.75% que rindió 0.078 kg CEN/m².

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 2 horas, con 0.087 kg EE/m² superando en 8.68 % al rendimiento cuando se remojó por 1 hora y en 12.10 % cuando se remojó por 24 horas.

Al evaluar la interacción de factores el tratamiento con mayor nivel de FC/m² de GH de maíz en base seca se aprecia en la tabla 7, lo presentó la interacción peso semilla-volumen de agua de 1.25% x 24 horas de remojo (T7) con 0.089 kg FC/m² seguida por T8 (1.50% x 24 horas de remojo) con 0.084 kg FC/m². La menor cantidad de FC/m² en base seca

se obtuvo con T6 (1.75% x 2 horas de remojo) con 0.076 kg FC/m². Todos los tratamientos evaluados se hallaron por debajo del valor hallado por Hernández (2013) de 0.14 kg de FC de GH de maíz/m² cosechado a los 15 días de edad remojando por 24 horas sin considerar la relación estudiada entre el peso de semilla – volumen de agua y tiempo de remojo.

Tabla 7. Producción media de Fibra Cruda (FC) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada

Tratamiento	Media
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	0.325 ^a
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	0.323 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	0.313 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	0.312 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	0.312 ^a
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	0.286 ^a
T6 (1.75% agua x 2 horas remojo)	0.278 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	0.262 ^a
T3 (1.75% agua x 1 hora remojo)	0.259 ^a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.1.8 Producción de Cenizas (CEN) de Germinado Hidropónico de maíz (Zea mays) por metro cuadrado en base seca (Kg)

Para calcular los aportes de Cenizas (CEN) por metro cuadrado se utilizó la información de aporte nutricional en base seca de cada tratamiento de la tabla 2 y la información de producción de materia seca/m² presentado en el anexo 8.1 inciso b. Los resultados se observan en el anexo 8.1 inciso f y al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.6) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) tanto a nivel de los factores simples ni entre la interacción de los factores evaluados.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25% con 0.084 kg EE/m² superando ligeramente el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que rindió 0.081 kg de EE y al de la relación 1.75% que rindió 0.078 kg EE/m².

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 24 horas, con 0.084 kg EE/m² superando en 4.76 % al rendimiento cuando se remoja por 1 horas y en 7.14 % cuando se remojó por 2 horas.

Al evaluar la interacción de factores los tratamientos con mayor nivel de CEN/m² de GH de maíz se logró con la interacción peso semilla-volumen de agua de 1.25% x 2 horas de remojo (T4) con 0.104 kg CEN/m² seguida por T5 (1.50% x 2 horas de remojo) con 0.085 kg/m². El menor rendimiento se obtuvo con la interacción peso semilla-volumen de agua de 1.25% x 24 horas de remojo (T7) con 0.071 kg CEN/m²

Tabla 8. Producción media de cenizas (CEN) en base seca (BS) de Germinado Hidropónico por metro cuadrado de cada tratamiento (Kg).

Tratamiento	Media
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	0.104 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	0.085 ^a
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	0.083 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	0.083 ^a
T3 (1.75% agua x 1 hora remojo)	0.079 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	0.078 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	0.077 ^a
T6 (1.75% agua x 2 horas remojo)	0.074 ^a
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	0.071 ^a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.2. Análisis de productividad de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

La productividad expresada en el rendimiento por kilogramo de semilla procesada se midió en rendimiento de germinado hidropónico y en kg de materia seca por kg de semilla procesada.

4.2.1 Rendimiento de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada en base fresca (Kg)

Basados en la información de la tabla 1, los resultados de cada bandeja de cada tratamiento fueron convertidos a rendimiento de Germinado Hidropónico en base fresca (TCO) obtenidos a partir de un kilogramo de semilla de maíz procesada que se aprecia en presentado en el anexo 8.1 inciso g. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.8) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p>0.05$) tanto a nivel de factores simples ni en la interacción de ambos factores.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25% con 5.807 kg GH/kg de semilla procesada superando ligeramente el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que rindió 5.75 kg de GH/kg de semilla procesada y al de la relación 1.75% que rindió 4.96 kg de GH/kg de semilla procesada de maíz.

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 1 hora, con 5.71 kg GH/kg de semilla procesada de maíz superando en 4.03

% al rendimiento cuando se remoja por 2 horas y en 6.83 % cuando se remojó por 24 horas.

Al evaluar la interacción de factores los tratamientos con mayor nivel de kg de GH por kg de semilla de maíz procesada se logró con la interacción peso semilla-volumen de agua de 1.25% x 1 hora de remojo (T1) con 6.31 kg GH/kg de semilla procesada superando el rendimiento de 5.98 Kg de GH/kg de semilla de maíz obtenido por Pérez (2013), el cual superó al segundo lugar de este estudio correspondiente a T2 (1.50% x 1 hora de remojo) con 5.90 kg GH/kg de semilla procesada. El menor rendimiento por kg de semilla de maíz procesado se obtuvo con la interacción peso semilla-volumen de agua de 1.75% x 24 horas de remojo (T9) con 4.88 kg de GH/kg de semilla procesada, valores que se hallan debajo del rendimiento en maíz (*Zea mays*) obtenido por Hernández (2013) de 5.71 y Todos los rendimientos hallados están debajo del rango de 6 a 8 kg reportado por Tarrillo (2005) y de 10 a 12 kg de GH/ kg de semilla procesada indicado por la FAO (2001). Sin embargo el rendimiento del mejor tratamiento con densidad de siembra de 2 kg/m² cosechado a los 17 días (T3) rindió igual que el nivel reportado por Quiñones (2012) de 4.3 kg quien utilizó una densidad de siembra de 5 kg/m² de maíz cosechado a los 15 días.

Tabla 9. Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg GH/Kg semilla

Tratamiento	Media
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	6.308 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	5.898 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	5.705 ^a
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	5.670 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	5.635 ^a
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	5.442 ^a
T6 (1.75% agua x 2 hora remojo)	5.059 ^a
T3 (1.75% agua x 1 horas remojo)	4.927 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	4.888 ^a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.2.2 Rendimiento de Materia Seca (MS) de Germinado Hidropónico por kg de semilla procesada.

Para obtener el rendimiento de materia seca por kilogramo de semilla procesada de cada tratamiento se aplicaron los niveles de materia seca de cada uno, calculados en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, a cada bandeja de cada tratamiento. Los resultados se muestran en el anexo 8.1 inciso h. Al realizar el análisis de varianza (Anexo 8.8) no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) tanto a nivel de los factores simples ni en la interacción de factores.

A nivel del factor peso de la semilla – volumen de agua, independiente del factor tiempo de remojo, los mejores resultados se obtuvieron con la relación 1.25% con 1.18 kg MS/kg de semilla procesada superando ligeramente el rendimiento obtenido con la de 1.50 % que rindió 1.15 kg de

MS/kg de semilla procesada y al de la relación 1.75% que rindió 0.99 kg de MS/kg de semilla procesada de maíz.

En el factor tiempo de remojo, independiente del factor relación peso-volumen de agua, los mejores resultados se lograron remojando por 1 hora, con 1.18 kg MS/kg de semilla de maíz superando en 5.93 % y 12.71% al rendimiento cuando se remoja por 2 horas y 24 horas respectivamente.

Al evaluar la interacción de factores los tratamientos con mayor nivel de kg de Materia seca (MS) por kg de semilla de maíz procesada se logró con la interacción peso semilla-volumen de agua de 1.25% x 1 hora de remojo (T1) con 1.27 kg MS/kg de semilla procesada superando el rendimiento de materia seca por kg de maíz (*Zea mays*) reportado por Sinchiguano (2008) de 1.0 kg en Ecuador utilizando 17 días de proceso de producción. El menor rendimiento de MS/kg de semilla se obtuvo con la interacción peso semilla-volumen de agua de 1.75% x 24 horas de remojo (T9) con 0.93 kg de MS/kg de semilla procesada.

Tabla 10. Rendimiento de Materia Seca (MS) por kilogramo de semilla procesada de todos los tratamientos (Kg).

Tratamiento	Media
T1 (1.25% agua x 1 hora remojo)	1.269 ^a
T2 (1.50% agua x 1 hora remojo)	1.224 ^a
T4 (1.25% agua x 2 horas remojo)	1.215 ^a
T5 (1.50% agua x 2 horas remojo)	1.119 ^a
T8 (1.50% agua x 24 horas remojo)	1.112 ^a
T3 (1.75% agua x 1 horas remojo)	1.057 ^a
T7 (1.25% agua x 24 horas remojo)	1.045 ^a
T6 (1.75% agua x 2 hora remojo)	1.009 ^a
T9 (1.75% agua x 24 horas remojo)	0.932 ^a

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.3 Evaluación de la temperatura y humedad relativa para la producción de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*)

La información de temperaturas y humedad relativa registradas durante el proceso de producción del Germinado Hidropónico de maíz se aprecian en el anexo 8.10 pudiendo apreciarse que la temperatura ambiental interna promedio en el periodo de pre germinación fue de $23.10^{\circ}\text{C} \pm 2.68$ y humedad relativa promedio de $73\% \pm 0.38$; en la etapa de germinación fue de $20.60^{\circ}\text{C} + 0.78$ y humedad relativa promedio de $72\% + 0.11$ y en la etapa de producción la temperatura interna promedio fue de $20.35^{\circ}\text{C} + 0.35$ y humedad relativa promedio de $71\% + 0.11$. Se aprecia que el cultivo estuvo dentro de una temperatura de confort considerando que se halló dentro del rango de 18°C a 26°C mencionado por Sinchiguano (1994).

4.4. Análisis económico de Germinado Hidropónico de maíz (*Zea mays*) por tratamiento

Para evaluar económicamente el GH de maíz producido en el presente estudio se consideró realizarlo en función de la materia seca producida en cada tratamiento a fin de eliminar la distorsión que podría ocasionar el contenido de humedad. Para dicho efecto se utilizó la estructura de costos presentada en el Anexo 8.11.

4.4.1 Costo de producción de un kg de materia seca de GH de maíz (*Zea mays*) por tratamiento (TCO)

Para calcular el costo de 1 kg de materia seca de Germinado Hidropónico de cada tratamiento, el costo total se aplicó a la producción total de materia seca de cada tratamiento. El menor costo por kilogramo de materia seca de Germinado Hidropónico de maíz se obtuvo con el tratamiento uno (T1) con S/. 5.35.

Tabla 11. Costo de 1 kg de MS de GH de maíz por tratamiento (TCO)

Tratamiento	Costo/Kg (TCO)	Costo/Kg MS
T1	1,12	5,35
T2	1,20	5,57
T3	1,42	6,44
T4	1,24	5,61
T5	1,23	6,09
T6	1,39	6,74
T7	1,29	6,51
T8	1,25	6,13
T9	1,43	7,30

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. La interacción peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo influyen en la producción y valor nutricional de Germinado Hidropónico (GH) de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque.
2. El mayor rendimiento nutricional de GH de maíz por metro cuadrado, se logró con la interacción peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo de 1:25% durante 1 hora, hubo una igualdad en cuanto a la FC con la interacción 1:50% durante 1 hora, a excepción del EE se obtuvo un rendimiento ligeramente mayor con la interacción 1:75% durante 1 hora. Y la CEN, que se obtuvo un rendimiento ligeramente mayor con la interacción 1:50% durante 1 hora.
3. La mayor productividad de GH en base fresca (TCO) y materia seca (MS) por kg de semilla procesada se logró con la interacción peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo de 1:25% durante 1 hora con 6.31 kg GH/kg de maíz procesado y 1.27 kg MS/kg de maíz procesado respectivamente.
4. El costo más económico de producción de kg de materia seca de GH de maíz se logró con la interacción peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo de 1:25% durante 1 hora.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Evaluar la interacción peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo en otras gramíneas como el sorgo, cebada, centeno y también realizarlo en otras épocas del año.

VI. RESUMEN

En el centro poblado Nuevo Mocce de Lambayeque del 7 al 22 de octubre de 2015 se implementaron 9 tratamientos con el objetivo de determinar la mejor interacción entre el peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo para optimizar la producción de Germinado Hidropónico (GH) de maíz (*Zea mays*): producto de la interacción de 3 niveles de relación peso-volumen de agua (1.25%, 1.50% y 1.75%) y tres niveles de tiempo de remojo en horas (1, 2 y 24) obteniendo: T1: 1,25% - 1 hora; T2: 1,50% - 1 hora; T3: 1,75% - 1 hora; T4: 1,25% - 2 horas; T5: 1,50% - 2 horas T6: 1,75% - 2 horas; T7: 1,25% - 24 horas; T8: 1,50% - 24 horas y T9: 1,75% - 24 horas. A cada tratamiento se le asignó 5 repeticiones o bandejas hidropónicas. Los resultados demostraron la existencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos obteniendo los mejores rendimientos de GH/m² (TCO) y en base seca de: MS/m², PC/m² y FC/m² con la interacción peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo de 1:25% durante 1 hora (T1) y los mayores rendimientos de EE/m² y CEN/m² se obtuvieron con las interacciones 1:25% durante 24 horas (T7) y 1:25% durante 2 horas (T7) respectivamente.

La mayor productividad de GH en base fresca (TCO) y materia seca (MS) por kg de semilla procesada se logró con la interacción peso semilla-volumen de agua y tiempo de remojo de 1:25% durante 1 hora con 6.31 kg GH/kg de maíz procesado y 1.27 kg MS/kg de maíz procesado respectivamente. Esta interacción también fue la más económica para producir un kg de MS de GH de maíz.

VII. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CORRALES, R. 2009. La hidroponía como alternativa en la producción de forrajes. Apuntes de clase de la Asignatura Manejo de Pasturas. Facultad Ingeniería Zootecnia Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú.
- CORONA, L. 2011. Producción de forraje verde hidropónico en la mixteca poblana una alternativa nutricional para la época de sequía. (En línea). Consultado el 25 nov. 2014. Disponible en: <http://www.engormix.com/MAGanaderia-carne/nutricion/articulos/forraje-verde-hidroponico-t3284/141-p0.htm>
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS).2001. Forraje Verde Hidropónico. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. (Manual Técnico). 68 p.
- GIL, V. 2007. Producción tecnificada de cuyes. Ediciones Edmundo Pantigozo. Cuzco. 150 p.
- HERNÁNDEZ, J. 2013. Densidad optima de siembra para el Germinado Hidropónico (GH) de maíz amarillo duro (*Zea mays*) en cuatro niveles de siembra. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 51 p.
- PICHILINGÜE, C. 1994. Utilización de cebada (*Hordeum vulgare*), germinada en la alimentación de cuyes hembras durante el empadre, gestación y lactación. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. 107 p.
- PÉREZ, K. Densidad de siembra y tiempo óptimo de cosecha del Germinado Hidropónico (GH) de maíz (*Zea mays*) en Lambayeque. Tesis. (Ing. Zoot). Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Zootecnia. 60 p.
- QUIÑONES, R. 2011. Producción de forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*) y arroz (*Oryza sativa*), utilizando microorganismos eficaces en el agua de riego. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú, 64 p.

REGALADO, F. 2009. Cultivos hidropónicos. Lambayeque, PE. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad Agronomía. 48 p.

RESH, M. 2006. Cultivos hidropónicos. 5 ed. Madrid, ES. Mundi prensa. 558 p.

SIAN, SISTEMA DE INFORMACION AGRICOLA NACIONAL DE VENEZUELA. 2011. Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Folleto en línea. Publicado el año 2011, Visitado el 15 de marzo de 2015. Disponible en <http://sian.inia.gob.ve/repositorio/folletosvenezolanos/91-100/93%20pureza%20poder%20germinativo%20y%20valor%20cultural%20de%20las%20semillas.pdf>

SINCHIGUANO, M. 2008. Producción de forraje verde hidropónico de diferentes cereales (avena, cebada, maíz, trigo y vicia) y su efecto en la alimentación de cuyes. (en línea). Tesis (Ing. Zoot). Riobamba, EC, Escuela Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. 108 p. Consultada el 2 de Marzo de 2015. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1707/1/17T0822.pdf>

TARRILLO, V. 2005. Producción de forraje verde hidropónico. Arequipa, PE, s.e. 41 p.

VIII. ANEXOS

8.1. PRODUCCION POR METRO CUADRADO

a. Producción de GH de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado (TCO)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B1	12,62	8,40	6,29	7,96	12,22	10,51	11,74	13,23	9,27
B2	11,65	10,86	8,13	13,85	8,75	7,69	12,70	10,07	7,08
B3	11,82	13,10	12,09	14,07	12,75	10,11	11,34	12,44	9,54
B4	13,93	13,23	11,47	13,45	11,96	9,76	10,46	8,79	11,47
B5	13,05	13,41	11,30	7,38	11,38	12,53	8,18	11,82	11,52
Total/tratamiento	63,08	58,99	49,27	56,70	57,05	50,59	54,42	56,35	48,88
Promedio	12,62	11,80	9,85	11,34	11,41	10,12	10,88	11,27	9,78

b. Producción de Materia Seca (MS) de GH de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado (TCO)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B1	2,54	1,74	1,35	1,71	2,40	2,10	2,25	2,61	1,77
B2	2,34	2,25	1,75	2,97	1,72	1,54	2,44	1,99	1,35
B3	2,38	2,72	2,59	3,02	2,50	2,02	2,18	2,46	1,82
B4	2,80	2,75	2,46	2,88	2,35	1,95	2,01	1,74	2,19
B5	2,63	2,78	2,42	1,58	2,23	2,50	1,57	2,33	2,19
Total/tratamiento	12,69	12,24	10,58	12,16	11,19	10,10	10,45	11,12	9,32
Promedio	2,54	2,45	2,12	2,43	2,24	2,02	2,09	2,22	1,86

c. Rendimiento de Proteína Cruda (PC) de GH de maíz (*Zea mays*) por metro cuadrado (BS)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B1	0,35	0,24	0,19	0,24	0,34	0,29	0,30	0,36	0,24
B2	0,33	0,31	0,25	0,41	0,24	0,21	0,33	0,27	0,18
B3	0,33	0,38	0,36	0,42	0,35	0,28	0,29	0,34	0,24
B4	0,39	0,38	0,35	0,40	0,33	0,27	0,27	0,24	0,29
B5	0,37	0,39	0,34	0,22	0,31	0,35	0,21	0,32	0,29
Total/tratamiento	1,77	1,71	1,48	1,68	1,58	1,41	1,39	1,54	1,25
Promedio	0,35	0,34	0,30	0,34	0,32	0,28	0,28	0,31	0,25

d. Rendimiento de Extracto Etéreo (EE) de GH de maíz (Zea mays) por metro cuadrado (BS)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B1	0,08	0,06	0,05	0,06	0,08	0,08	0,10	0,10	0,07
B2	0,07	0,07	0,07	0,10	0,06	0,06	0,10	0,08	0,06
B3	0,08	0,09	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,09	0,08
B4	0,09	0,09	0,09	0,10	0,08	0,07	0,09	0,07	0,09
B5	0,08	0,09	0,09	0,05	0,08	0,09	0,07	0,09	0,09
Total/tratamiento	0,40	0,41	0,39	0,41	0,39	0,38	0,45	0,42	0,39
Promedio	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08

e. Rendimiento de Fibra Cruda (FC) de GH de maíz (Zea mays) por metro cuadrado (BS)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B1	0,32	0,22	0,17	0,23	0,33	0,29	0,31	0,37	0,25
B2	0,30	0,29	0,21	0,40	0,24	0,21	0,33	0,28	0,19
B3	0,30	0,35	0,32	0,40	0,35	0,28	0,30	0,34	0,26
B4	0,36	0,35	0,30	0,38	0,33	0,27	0,27	0,24	0,31
B5	0,33	0,36	0,30	0,21	0,31	0,34	0,21	0,33	0,31
Total/tratamiento	1,62	1,57	1,30	1,62	1,56	1,39	1,43	1,56	1,31
Promedio	0,32	0,31	0,26	0,32	0,31	0,28	0,29	0,31	0,26

f. Rendimiento de Cenizas (CEN) de GH de maíz (Zea mays) por metro cuadrado (BS)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B1	0,08	0,06	0,05	0,07	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08
B2	0,08	0,07	0,07	0,13	0,07	0,06	0,08	0,07	0,06
B3	0,08	0,09	0,10	0,13	0,10	0,07	0,07	0,09	0,08
B4	0,09	0,09	0,09	0,12	0,09	0,07	0,07	0,06	0,10
B5	0,09	0,09	0,09	0,07	0,09	0,09	0,05	0,08	0,10
Total/tratamiento	0,42	0,39	0,39	0,52	0,43	0,37	0,35	0,39	0,42
Promedio	0,08	0,08	0,08	0,10	0,09	0,07	0,07	0,08	0,08

g. Rendimiento de GH por kilogramo de semilla procesada (TCO)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	6,31	4,20	3,14	3,98	6,11	5,25	5,87	6,62	4,64
B 2	5,82	5,43	4,07	6,92	4,37	3,85	6,35	5,03	3,54
B 3	5,91	6,55	6,04	7,03	6,37	5,05	5,67	6,22	4,77
B 4	6,97	6,62	5,74	6,73	5,98	4,88	5,23	4,40	5,74
B 5	6,53	6,70	5,65	3,69	5,69	6,26	4,09	5,91	5,76
Total/tratamiento	31,54	29,49	24,64	28,35	28,53	25,30	27,21	28,18	24,44
Promedio	6,31	5,90	4,93	5,67	5,71	5,06	5,44	5,64	4,89

h. Rendimiento de Materia Seca de GH por kilogramo de semilla procesada (TCO)

Bandeja	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
B 1	1,27	0,87	0,67	0,85	1,20	1,05	1,13	1,31	0,88
B 2	1,17	1,13	0,87	1,48	0,86	0,77	1,22	0,99	0,67
B 3	1,19	1,36	1,30	1,51	1,25	1,01	1,09	1,23	0,91
B 4	1,40	1,37	1,23	1,44	1,17	0,97	1,00	0,87	1,09
B 5	1,31	1,39	1,21	0,79	1,12	1,25	0,79	1,17	1,10
Total/tratamiento	6,34	6,12	5,29	6,08	5,60	5,05	5,23	5,56	4,66
Promedio	1,27	1,22	1,06	1,22	1,12	1,01	1,05	1,11	0,93

8.2 ANOVA producción de GH/m² (TCO)

Análisis de varianza para GH/m² (TCO), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	26,894	26,894	13,447	3,16	0,054
Remojo (horas)	2	4,615	4,615	2,308	0,54	0,586
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	4,509	4,509	1,127	0,27	0,898
Error	36	153,113	153,113	4,253		
Total	44	189,131				

S = 2,06231 R-cuad. = 19,04% R-cuad. (ajustado) = 1,05%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para GH/m2 (TCO)

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,25	15	11,6132	A
1,50	15	11,4930	A
1,75	15	9,9165	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para GH/m2 (TCO)

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
1	15	11,4227	A
2	15	10,9568	A
24	15	10,6432	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.3 ANOVA Rendimiento MS/m² (TCO)

Análisis de varianza para MS/m2 (TCO), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	1,1036	1,1036	0,5518	3,06	0,059
Remojo (horas)	2	0,7126	0,7126	0,3563	1,98	0,153
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	0,1517	0,1517	0,0379	0,21	0,931
Error	36	6,4905	6,4905	0,1803		
Total	44	8,4584				

S = 0,424607 R-cuad. = 23,27% R-cuad.(ajustado) = 6,21%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para MS/m2 (TCO)

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,25	15	2,3533	A
1,50	15	2,3037	A
1,75	15	1,9991	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para MS/m2 (TCO)

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
1	15	2,3671	A
2	15	2,2296	A
24	15	2,0595	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.4 ANOVA Rendimiento PC/m² (BS)

Análisis de varianza para PC/m² (TCO), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	0,020869	0,020869	0,010435	3,02	0,061
Remojo (horas)	2	0,021044	0,021044	0,010522	3,04	0,060
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	0,003591	0,003591	0,000898	0,26	0,902
Error	36	0,124474	0,124474	0,003458		
Total	44	0,169979				

S = 0,0588015 R-cuad. = 26,77% R-cuad.(ajustado) = 10,50%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para PC/m² (TCO)

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,25	15	0,3227	A
1,50	15	0,3215	A
1,75	15	0,2765	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para PC/m² (TCO)

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
1	15	0,3309	A
2	15	0,3114	A
24	15	0,2785	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.5 ANOVA Rendimiento EE/m² (BS)

Análisis de varianza para EE/m² (TCO), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	0,0002545	0,0002545	0,0001273	0,54	0,589
Remojo (horas)	2	0,0002804	0,0002804	0,0001402	0,59	0,558
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	0,0001339	0,0001339	0,0000335	0,14	0,966
Error	36	0,0085238	0,0085238	0,0002368		
Total	44	0,0091926				

S = 0,0153874 R-cuad. = 7,28% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para EE/m² (TCO)

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,25	15	0,0838	A
1,50	15	0,0810	A
1,75	15	0,0779	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para EE/m² (TCO)

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
24	15	0,0843	A
1	15	0,0801	A
2	15	0,0783	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.6 ANOVA rendimiento FC/m² (BS)

Análisis de varianza para FC/m² (BS), utilizando SC ajustada para pruebas

Análisis de varianza para FC/m² (TCO), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	0,020413	0,020413	0,010206	3,21	0,052
Remojo (horas)	2	0,002634	0,002634	0,001317	0,41	0,664
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	0,003312	0,003312	0,000828	0,26	0,901
Error	36	0,114528	0,114528	0,003181		
Total	44	0,140886				

S = 0,0564033 R-cuad. = 18,71% R-cuad.(ajustado) = 0,64%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para FC/m² (TCO)

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,50	15	0,3126	A
1,25	15	0,3112	A
1,75	15	0,2667	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para FC/m² (TCO)

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
2	15	0,3052	A
1	15	0,2987	A
24	15	0,2867	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.7 ANOVA rendimiento Cenizas/m² (BS)

Análisis de varianza para CEN/m² (TCO), utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	0,0004410	0,0004410	0,0002205	0,82	0,448
Remojo (horas)	2	0,0008537	0,0008537	0,0004268	1,59	0,218
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	0,0023193	0,0023193	0,0005798	2,16	0,094
Error	36	0,0096697	0,0096697	0,0002686		
Total	44	0,0132837				

S = 0,0163891 R-cuad. = 27,21% R-cuad.(ajustado) = 11,03%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para CEN/m² (TCO)

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,25	15	0,0859	A
1,50	15	0,0804	A
1,75	15	0,0785	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para CEN/m² (TCO)

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
2	15	0,0876	A
1	15	0,0801	A
24	15	0,0772	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.8 ANOVA Rendimiento GH/Kg de semilla procesada (TCO)

Análisis de varianza para kg GH/Kg semilla, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	6,723	6,723	3,362	3,16	0,054
Remojo (horas)	2	1,154	1,154	0,577	0,54	0,586
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	1,127	1,127	0,282	0,27	0,898
Error	36	38,278	38,278	1,063		
Total	44	47,283				

S = 1,03116 R-cuad. = 19,04% R-cuad.(ajustado) = 1,05%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg GH/Kg semilla

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,25	15	5,8066	A
1,50	15	5,7465	A
1,75	15	4,9582	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg GH/Kg semilla

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
1	15	5,7114	A
2	15	5,4784	A
24	15	5,3216	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.9 ANOVA rendimiento de kg de MS/kg de semilla procesada

Análisis de varianza para kg MS/Kg semilla, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
L. de agua (%)	2	0,27590	0,27590	0,13795	3,06	0,059
Remojo (horas)	2	0,17814	0,17814	0,08907	1,98	0,153
L. de agua (%) * Remojo (horas)	4	0,03793	0,03793	0,00948	0,21	0,931
Error	36	1,62262	1,62262	0,04507		
Total	44	2,11459				

S = 0,212303 R-cuad. = 23,27% R-cuad.(ajustado) = 6,21%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg MS/Kg semilla

L. de agua (%)	N	Media	Agrupación
1,25	15	1,1767	A
1,50	15	1,1519	A
1,75	15	0,9996	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0% para kg MS/Kg semilla

Remojo (horas)	N	Media	Agrupación
1	15	1,1836	A
2	15	1,1148	A
24	15	1,0297	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

8.10 Temperatura interna y externa (°C) y humedad relativa (%)

Etapa	Día	Hora	Tº	HR
Pre germinación	08/10/2015	6:00 am	19.7 °C	82%
		12:00 m	26.9°C	53%
		6:00 pm	22.3 °C	74%
	09/10/2015	6:00 am	19.3 °C	86%
		12:00 m	25°C	54%
		6:00 pm	19.3°C	85%
	10/10/2015	6:00 am	19.3 °C	85%
		12:00 m	26.2°C	58%
		6:00 pm	21.2°C	76%
Germinación	11/10/2015	6:00 am	19.5°C	85%
		12:00 m	25.2°C	58%
		6:00 pm	20.8 °C	73%
	12/10/2015	6:00 am	18.9 °C	81%
		12:00 m	26.2°C	53%
		6:00 pm	25.9°C	75%
	13/10/2015	6:00 am	20.5°C	84%
		12:00 m	26.2°C	56%
		6:00 pm	22.2°C	75%
	14/10/2015	6:00 am	19.1°C	82%
		12:00 m	25.5°C	58%
		6:00 pm	20.3 °C	76%
	15/10/2015	6:00 am	19.1 °C	82%
		12:00 m	24.3°C	63%
		6:00 pm	20.6°C	75%
Producción	16/10/2015	6:00 am	19.3°C	82%
		12:00 m	26.5°C	53%
		6:00 pm	20.1°C	72%
	17/10/2015	6:00 am	18.1°C	85%
		12:00 m	24.5°C	58%
		6:00 pm	21.2 °C	72%
	18/10/2015	6:00 am	19.2 °C	82%
		12:00 m	24.3°C	63%
		6:00 pm	19.6°C	75%
	19/10/2015	6:00 am	19.1°C	82%
		12:00 m	26.5°C	53%
		6:00 pm	21.1°C	72%
	20/10/2015	6:00 am	17.1 °C	86%
		12:00 m	25.5°C	58%
		6:00 pm	20.1°C	73%

	21/10/2015	6:00 am	20.1 °C	79%
		12:00 m	25.7°C	58%
		6:00 pm	22.6°C	71%
	22/10/2015	6:00 am	19.1 °C	84%
		12:00 m	25.7°C	59%
		6:00 pm	20.6°C	74%

8.11 Estructura de costos de un kg de materia seca de GH de maíz (Zea mays) aplicado a T9.

PROCESO	Insumos	Unidad	Cantidad	Precio unitario (soles)	Costo
PRE GERMINACIÓN (3 días)					
	Maíz	Kg.	1,1375	1,10	1,25
	Agua	L	13,75	0,05	0,69
	Lejía	L	0,001	1,90	0,002
	Mano de obra	Horas	0,398125	3,125	1,24
	Sub Total				3,18
GERMINACION (5 días)					
	Agua	L	23,400	0,05	1,17
	Mano de obra	Horas	0,24	3,125	0,76
	Sub Total				1,93
PRODUCCION (7 días)	Agua	L	25,2	0,05	1,26
	Mano de Obra	Horas	0,44	3	1,31
	Sub Total				2,57

Costo de producción por tratamiento (S/)	7,69
Rendimiento/tratamiento (Kg)	1,06
Costo de 1 Kg de germinado hidropónico	7,25
Costo de depreciación/kg	0,05
Costo Total de 1 Kg. de germinado hidropónico de maíz	7,30